

ẢNH HƯỞNG KẾT CẤU KHUNG ĐẾN TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA MÁY XÚC MỘT GẦU

STUDYING THE EFFECT OF CHASSIS STRUCTURE TO THE STABILITY OF THE SINGLE BUCKET EXCAVATOR

LÊ THỊ MINH PHƯƠNG

Viện Cơ khí, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: phuongltmvck@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Khi khai thác, vận hành máy xúc một gầu có thể xảy ra trường hợp sự cố mất ổn định gây lật máy khi di chuyển, đó là một trong các sự cố gây ra các tai nạn nguy hiểm và chiếm một tỷ lệ khá lớn khi khai thác máy. Tai nạn xảy ra do sự cố này có nhiều nguyên nhân như trình độ người vận hành, ý thức chấp hành công tác an toàn lao động, thực trạng địa hình nơi khai thác, tình trạng kỹ thuật và kết cấu của máy móc - thiết bị; trong đó kết cấu khung máy có ảnh hưởng rất lớn đến tính ổn định của máy. Bài viết này đề cập tới ảnh hưởng của các dạng kết cấu khung máy đến tính ổn định chống lật của máy xúc một gầu theo phương ngang khi di chuyển trên đường vòng.

Từ khóa: Máy xúc một gầu, ổn định, kết cấu khung hàn cứng, kết cấu khung khớp bản lề.

Abstract

When exploiting, operating a single bucket excavator may occur in the event of an instability that causes the machine to overturn when moving, which is one of the incidents that cause dangerous accidents and accounts for a large proportion when operate the machine. At the accident caused by this incident, there are many causes: such as the operator's level, the sense of compliance with labor safety, the reality of the terrain at the mining site, the technical status and structure of the machine - device; in which the frame structure has a great influence on the stability of the machine. This article deals with the effect of the frame structure types on the excavator's anti-roll stability of a horizontal bucket when moving around the loop.

Keywords: A single bucket excavator, stability, rigid welded frame structure, hinged frame structure.

1. Đặt vấn đề

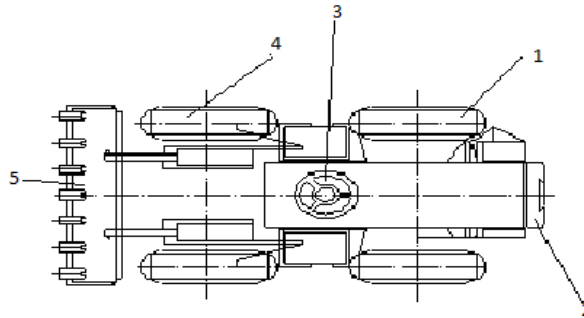
Đối với máy xúc một gầu, thông thường làm việc ở những địa hình phức tạp, đồi núi, nghiêng, dốc, bến bãi khai khoáng, làm việc trên nền đất tạm, đất yếu, ... Công dụng của máy xúc là dùng để bốc đất, đá, than... nên nó thường phải làm việc trong điều kiện địa hình phức tạp, phụ tải thay đổi thường xuyên và đột ngột. Tuy nhiên các sự cố, tai nạn xảy ra khi sử dụng máy móc, thiết bị trong quá trình thi công nói chung và máy xúc một gầu rất đa dạng và chiếm tỷ lệ khá cao trên tổng số tai nạn lao động. Đặc biệt, sự cố mất ổn định gây lật thiết bị khi khai thác, vận hành máy xúc một gầu. Nếu kết cấu máy không hợp lý, không đảm bảo trong quá trình khai thác, vận hành sẽ xảy ra sự cố mất ổn định gây lật có thể gây ra những tai nạn rất nguy hiểm đối với người và phương tiện thiết bị. Xuất phát từ những lí do trên, tác giả tiến hành nghiên cứu các dạng kết cấu khung máy ảnh hưởng đến tính ổn định của máy xúc một gầu, để từ đó lựa chọn kết cấu máy cho phù hợp với thực tế khai thác nhằm đảm bảo an toàn cho người và thiết bị mà vẫn cho hiệu suất lao động cao. Nghiên cứu ảnh hưởng của kết cấu khung máy đến tính ổn định của máy xúc một gầu có ý nghĩa quan trọng trong việc tính toán, lựa chọn các bộ phận của hệ thống truyền động của máy xúc một gầu. Tuy nhiên, trong phạm vi bài báo này chỉ đề cập tới ảnh hưởng của các dạng kết cấu khung máy đến tính ổn định chống lật của máy xúc một gầu theo phương ngang khi di chuyển trên đường vòng.

2. Kết cấu khung của máy nâng một gầu

Ở các máy xúc một gầu chia ra hai loại chính của kết cấu khung: Khung hàn cứng (khung của máy kết cấu thành một khối để lắp thiết bị công tác máy) và khung có khớp bản lề (trường hợp này khung của máy xúc một gầu được thực hiện ở dạng 2 bán khung: Nửa khung lắp thiết bị công tác và nửa bố trí thiết bị động lực - động cơ đốt trong) [1], [2], [3], [6].

Máy xúc một gầu với kết cấu khung hàn cứng

Máy xúc một gầu với kết cấu khung hàn cứng (Hình 1) được sử dụng khá phổ biến, do khối lượng kim loại nhỏ, kết cấu và chế tạo đơn giản, giá thành rẻ. Ở loại này, khung của máy được chế tạo thành khối cứng bằng phương pháp hàn, các thiết bị được lắp trên cùng một kết cấu khung này.

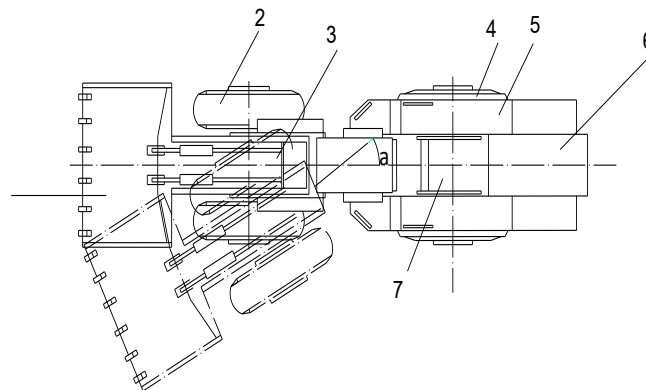


Hình 1. Máy xúc một gầu đỡ tải phía trước với khung cứng

1,4- Bánh xe cầu sau, cầu trước 2- Khung máy 3- Vô lăng điều khiển 5- Gầu

Máy xúc một gầu với kết cấu khung khớp bản lề

Máy xúc một gầu với khung có khớp bản lề có kết cấu như (Hình 2), gồm hai nửa khung số 3 và 5 được liên kết với nhau nhờ hai trụ đứng tạo thành khớp bản lề, loại này thường áp dụng với máy xúc có sức nâng lớn hơn 2 tấn.



Hình 2. Máy xúc một gầu đỡ tải phía trước với khung có khớp bản lề

1- gầu; 2,4- cầu trước, cầu sau; 3,5- nửa khung trước và nửa sau; 6,7- buồng máy

Nhờ có kết cấu khớp bản lề mà việc xoay trở của xe rất thuận lợi, ít bị cản trở bởi địa hình chật hẹp. Thiết bị bốc dỡ hàng không bằng cách di chuyển xe trên diện tích làm việc, mà bằng cách quay cần 90 độ về hai phía, trên đó lắp đặt thiết bị của xe. Kết quả đã làm giảm đáng kể kích thước diện tích làm việc. Tuy nhiên tải trọng tương đối so với trục đứng của khớp nối và từ lực đẩy trong suốt quá trình di chuyển của xe, đây cũng là yếu tố gây mất ổn định của xe.

3. Điều kiện ổn định của máy nâng 1 gầu

Khi làm việc, máy xúc một gầu có thể xảy ra trường hợp mất ổn định gây lật máy. Điều kiện đảm bảo ổn định chống lật của máy được đánh giá theo hệ số ổn định k_{od} [4], [5]:

$$k_{od} = \frac{M_g}{M_l} \tag{1}$$

Trong đó:

M_g - mô men giữ của máy;

M_l - mô men gây lật máy;

Các mô men này lấy đối với trục lật của máy.

Theo quy định, hệ số ổn định của máy nâng 1 gầu $k_{od} \geq 1,15$.

4. Ảnh hưởng của kết cấu khung đến tính năng chống lật của máy

4.1. Đối với máy xúc một gầu có khung cứng

Đối với trường hợp khung cứng khi máy quay vòng (Hình 3): ở trường hợp này, đường lật là đường AB.

Lực ly tâm là lực gây lật máy được xác định:

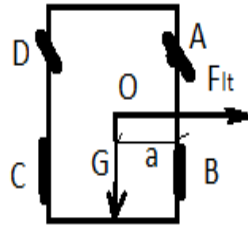
$$F_{lt} = G.h$$

Từ sơ đồ Hình 3 ta có: mô men giữ:

$$M_g = G.a$$

Với a là trọng tâm của máy tới đường lật.

(2)

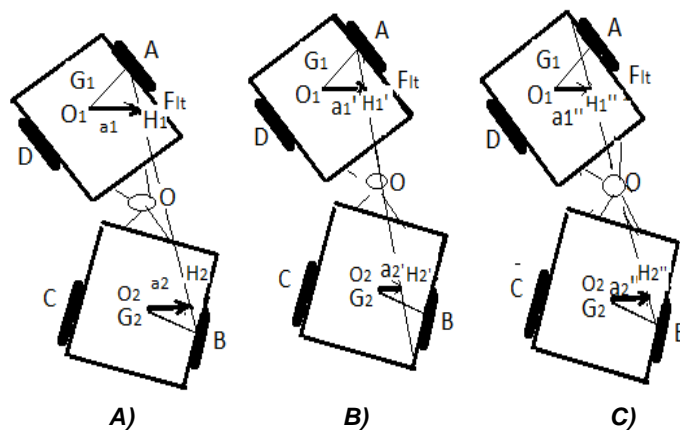


Hình 3. Sơ đồ tính ổn định với khung cứng

4.2. Đối với máy xúc một gầu với khung có khớp

Ta xét trường hợp khi máy quay vòng, có thể xảy ra 3 trường hợp máy bị mất ổn định gây lật với các trục lật khác nhau:

- A- Trục lật qua hai bánh xe A và B (Hình 4A);
- B- Trục lật qua bánh xe A và khớp O (Hình 4B);
- C- Trục lật qua bánh xe B và khớp O (Hình 4C).



Hình 4. Sơ đồ tính ổn định với khung có khớp

- Trường hợp 1: Trục lật qua 2 bánh xe AB (Hình 4A): Cạnh lật là cạnh AB nên ta có:

Tam giác O₂H₂B vuông tại H₂ do đó: $a_2 < O_2B = a$.

Tam giác O₁H₁A vuông tại H₁ ta có: $a_1 < O_1A = a$

Suy ra, mô men giữ: $M_{g1} = G_1 \cdot a_1 + G_2 \cdot a_2 < Mg$ (3)

- Trường hợp 2: Trục lật qua bánh xe A và khớp O (Hình 4B).

Cạnh lật là cạnh AO nên ta có:

Tam giác O₂H'₂B vuông tại H'₂ do đó: $a'_2 < O_2B = a$

Tam giác O₁H'₁A vuông tại H'₁ ta có: $a'_1 < O_1B = a$

Suy ra, mô men giữ: $M_{g'1} = G_1 \cdot a'_1 + G_2 \cdot a'_2 < Mg$ (4)

- Trường hợp 3: Trục lật qua bánh xe B và khớp O (Hình 4C).

Cạnh lật là cạnh BO nên ta có:

Tam giác O₂H''₂B vuông tại H''₂ do đó: $a''_2 < O_2B = a$

Tam giác O₁H''₁A vuông tại H''₁ ta có: $a''_1 < O_1B = a$

Suy ra, mô men giữ: $M_{g''1} = G_1 \cdot a''_1 + G_2 \cdot a''_2 < Mg$ (5)

Đánh giá các trường hợp và từ các biểu thức (2), (3), (4), (5) xét cho trường hợp máy xúc một gầu khi quay vòng ta thấy: các giá trị mô men giữ M_{g1} , M'_{g1} , M''_{g1} ở cả ba trường hợp của máy xúc có khung với khớp luôn nhỏ hơn Mg của máy xúc một gầu với khung cứng (với máy xúc cùng kích thước và trọng lượng).

Bài toán: Xác định ảnh hưởng của kết cấu khung máy đến tính ổn định của máy xúc một gầu. Xét cho hai máy xúc cùng thông số có kết cấu khung hàn cứng và máy xúc có kết cấu khung khớp bản lề, với các số liệu sau:

Trọng lượng xe 5T, kích thước tổng thể: 8.480 x 2.710 x 2.985 (mm); vận tốc di chuyển: 4,5km/h; Cơ sở máy: 2.500mm. Tọa độ trọng tâm đến đường lật: $a = 1.355$ mm.

* Máy xúc 1: Máy xúc có kết cấu khung cứng có: trọng lượng xe $G = 5T = 50.000N$.

Khi đó theo (2) Mô men giữ của xe: $M_g = G.a = 50.000 \times 1,355 = 67.750N.m$.

* Máy xúc 2: Máy xúc có kết cấu khung khớp bản lề gồm hai nửa khung với trọng lượng hai nửa:

$$G_1 = 2T = 20.000N, G_2 = 3T = 30.000N;$$

- Xét trường hợp 1: trục lật qua 2 bánh xe: $a_1 = 936mm, a_2 = 876mm$.

Theo (3) mô men giữ:

$$M_{g'1} = G_1.a_1 + G_2.a_2 = (20.000 \times 0,936) + (30.000 \times 0,876) = 45.000 N.m < M_g$$

- Xét trường hợp 2: trục lật qua bánh xe A và khớp bản lề, ta có: $a_1' = 910 mm, a_2' = 730mm$.

Theo (4) mô men giữ:

$$M_{g'1} = G_1.a_1' + G_2.a_2' = (20.000 \times 0,910) + (30.000 \times 0,730) = 40100N.m < M_g$$

- Xét trường hợp 3: trục lật qua bánh xe B và khớp bản lề, ta có: $a_1'' = 880 mm, a_2'' = 900mm$.

Theo (5) mô men giữ:

$$M_{g'1} = G_1.a_1'' + G_2.a_2'' = (20.000 \times 0,880) + (30.000 \times 0,900) = 44600N.m < M_g$$

4. Kết luận

Theo kết quả bài toán trên cho thấy:

Đối với hai máy xúc một gầu có cùng thông số kỹ thuật thì mô men giữ của cả 3 trường hợp của máy xúc một gầu với kết cấu khung khớp $M_{g1}, M_{g1'}, M_{g1''}$ đều nhỏ hơn mô men giữ M_g của máy xúc một gầu kết cấu khung hàn cứng. Do đó, máy xúc có kết cấu khung cứng cho độ ổn định tốt hơn so với kết cấu khung khớp bản lề. Tuy nhiên, đây chỉ là một trường hợp nhỏ mà với phạm vi bài báo này tác giả đề cập đến, trong thực tế máy xúc hoạt động còn có nhiều trường hợp phức tạp gây mất ổn định cần nghiên cứu tính toán cụ thể, mà tác giả đang triển khai trong công trình nghiên cứu khoa học sắp tới.

Máy xúc một gầu có kết cấu khung cứng tính ổn định của xe sẽ tốt, song rất bất tiện cho việc quay trở vì phải xoay cả kết cấu xe, phạm vi làm việc sẽ bị hạn chế, cần phải có không gian lớn, chỉ phù hợp với máy có tải trọng nhỏ.

Để khắc phục tình trạng trên người ta sử dụng máy xúc với kết cấu khung có khớp bản lề, khớp này sẽ liên kết hai nửa khung máy với nhau, mang lại nhiều tiện ích cho thiết bị, như việc quay trở máy rất dễ dàng, làm việc linh động kể cả với địa hình trật hẹp. Kết cấu khung có khớp bản lề được sử dụng hầu hết cho các xe nâng có tải trọng lớn hơn 2 tấn. Tuy nhiên vì khung xe có kết cấu bởi hai nửa liên kết với nhau qua khớp nên tính ổn định của xe thấp hơn so với kết cấu khung cứng, do vậy cần có giải pháp tăng tính ổn định cho xe có kết cấu khung khớp bản lề.

Tác giả đề xuất hai giải pháp tăng tính ổn định cho máy đó là:

- Một là khi thiết kế thiết bị phải tính toán để hạ thấp trọng tâm máy;

- Hai là cho khối lượng tập trung trục dọc, tăng khối lượng vào giữa kết cấu: thứ nhất, khi thiết kế thiết bị phải tính toán để hạ thấp trọng tâm máy vì khi hạ thấp trọng tâm thì cánh tay đòn lực quán tính đến trục lật nhỏ đi, làm giảm mô men lật M_l , do đó hệ số ổn định K_{od} sẽ tăng lên; thứ hai là cho khối lượng tập trung trục dọc, tăng khối lượng vào giữa kết cấu: đòn trọng lượng vào giữa là tăng cánh tay đòn mômen giữ M_g , thì K_{od} sẽ tăng, tăng tính ổn định cho xe.

Có thể tăng khối lượng cho dầm ở khoảng giữa 2 bánh xe trước - sau, cũng tăng mômen giữ nhưng sẽ tăng lực cản chuyển động dẫn tới tăng công suất. Trong cả 2 biện pháp này, có thể làm giảm tính vượt qua chướng ngại vật vì trọng tâm máy bị hạ thấp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Yên, Bùi Minh Hiền. *Thiết bị nâng chuyển*. NXB Đà Nẵng, 2017.
- [2] Trần Xuân Hiền. *Máy xúc thủy lực*. NXB Khoa học Kỹ thuật, 2014.
- [3] TCVN 4244-2005. *Thiết bị nâng - thiết kế, chế tạo và kiểm tra kỹ thuật*. Hà Nội, 2005 .
- [4] Trương Quốc Thành, Phạm Quang Dũng. *Máy và thiết bị nâng*. NXB Khoa học Kỹ thuật, 2004.
- [5] Дукелский А.И. *Портовые грузоподъемные машин*. "Транспорт". М, 1970.
- [6] Гохберг М.М. *Металлические конструкции подъяено- Транспортных машин*. "Машиностроение" .Л, 1976.

Ngày nhận bài:	26/3/2019
Ngày nhận bản sửa lần 01:	11/4/2019
Ngày nhận bản sửa lần 02:	26/4/2019
Ngày duyệt đăng:	02/5/2019